



STATE INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE OF THE P.R.C.

[HOME](#) [ABOUT SIPO](#) [NEWS](#) [LAW& POLICY](#) [SPEICAL TOPIC](#) [CHINA IP NEWS](#)[>>\[Patent Search\]](#)

Title: Array antenna calibration apparatus and array antennci calibration method			
Application Number:	03102791	Application Date:	2003. 01. 21
Publication Number:	1434300	Publication Date:	2003. 08. 06
Approval Pub. Date:		Granted Pub. Date:	2005. 06. 22
International Classification:	G01S7/40, H01Q3/26, H01Q21/00, G01R29/10		
Applicant(s) Name:	NEC Corp.		
Address:			
Inventor(s) Name:			
Attorney & Agent:	rong zhimin		

[Close](#)

Copyright © 2007 SIPO. All Rights Reserved

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G01S 7/40

H01Q 3/26

H01Q 21/00

G01R 29/10



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 03102791.1

[45] 授权公告日 2005 年 6 月 22 日

[11] 授权公告号 CN 1207574C

[22] 申请日 2003.1.21 [21] 申请号 03102791.1

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公

[30] 优先权

司

[32] 2002.1.21 [33] JP [31] 2002-011751

代理人 戎志敏

[71] 专利权人 日本电气株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 平部正司

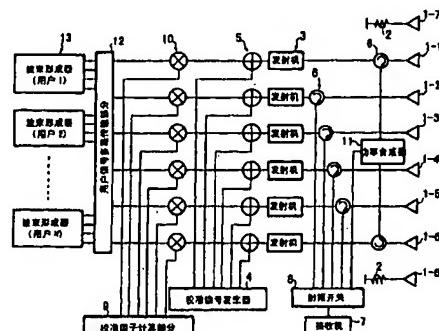
审查员 赵景焕

[54] 发明名称 阵列天线校准装置和阵列天线校准方法

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 6 页

[57] 摘要

本发明提供一种结构简单且不昂贵，而且能同时保证阵列天线精确校准的阵列天线校准装置。这种阵列天线校准装置包括供给源装置，用于提供原始的校准信号分别给一组组成天线阵列的天线单元，原始校准信号在天线单元间互相正交；相位和幅度特性计算装置，用于计算从天线单元发射并被邻近天线单元接收的校准信号和有关接收的校准信号的原始校准信号之间的相关；相关校准因子计算装置，用于根据各天线单元的相位和幅度特性获得构成阵列天线的所有天线单元的相关校准因子；校准装置，根据相关校准因子将供给的发射信号校准到各天线单元。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种阵列天线校准装置，包括：
 供给源装置，用于提供原始的校准信号分别给一组组成阵列天线的
5 天线单元，原始校准信号在天线单元间互相正交；
 相位和幅度特性计算装置，用于计算从天线单元发射并被邻近天线
 单元接收的校准信号和接收的校准信号的原始校准信号之间的相关；
 构成阵列天线的天线单元分成第一组和第二组，
 相关校准因子计算装置包括：
10 第一相关校准因子计算装置，用来根据第一组的所有天线单元的相
 位和幅度特性获得第一组的所有天线单元间的相关校准因子；
 第二相关校准因子计算装置，用来根据第二组的所有天线单元的相
 位和幅度特性获得第二组的所有天线单元间的相关校准因子；
15 第三相关校准因子计算装置，用于根据第一组的一个天线单元的相
 位和幅度特性和第二组的一个天线单元的相位和幅度特性获得第一组与
 第二组之间的相关校准因子；
 第四相关校准因子计算装置，用于根据第一组的所有天线单元间的
 相关校准因子，第二组的所有天线单元间的相关校准因子，和第一组与
 第二组之间的相关校准因子获得构成阵列天线的所有天线单元间的相关
20 校准因子；
 校准装置，根据相关校准因子将供给的发射信号校准到各天线单元。
2. 根据权利要求 1 所述的阵列天线校准装置，其特征在于包括：
 合成装置，把第二组的一个天线单元从第一组的一个天线单元接收到
25 的校准信号与第一组的一个天线单元从第二组的一个天线单元接收到
 的校准信号进行合成；其中
 第三相关校准因子计算装置，根据相位和幅度特性计算装置基于合
 成的校准信号获得的相位和幅度特性获得第一组与第二组之间的相关校
 准因子。
3. 一种阵列天线校准方法，包括：
30 供给源步骤，把原始校准信号分别供给构成阵列天线的一组天线单

元，原始校准信号在天线单元间互相正交；

相位和幅度特性计算步骤，计算从天线单元发射由邻近天线单元接收的校准信号与接收的校准信号的原始校准信号间的相关；

构成阵列天线的天线单元分成第一组和第二组，

5 相关校准因子计算步骤包括：

第一相关校准因子计算步骤，根据第一组的所有天线单元的相位和幅度特性获得第一组的所有天线单元间的相关校准因子；

第二相关校准因子计算步骤，根据第二组的所有天线单元的相位和幅度特性获得第二组的所有天线单元间的相关校准因子；

10 第三相关校准因子计算步骤，根据第一组的一个天线单元的相位和幅度特性和第二组的一个天线单元的相位和幅度特性获得第一组与第二组之间的相关校准因子；

15 第四相关校准因子计算步骤，根据第一组的所有天线单元间的相关校准因子，第二组的所有天线单元间的相关校准因子，和第一组与第二组之间的相关校准因子获得构成阵列天线的所有天线单元间的相关校准因子；

校准步骤，根据相关校准因子将供给的发射信号校准到各天线单元。

4. 根据权利要求 3 所述的阵列天线校准方法，其特征在于：

20 合成步骤，把第二组的一个天线单元从第一组的一个天线单元收到的校准信号与第一组的一个天线单元从第二组的一个天线单元收到的校准信号进行合成；其中

第三相关校准因子计算步骤中，第一组与第二组间的相关校准因子是根据在相位和幅度特性计算中基于合成的校准信号获得的相位和幅度特性来获得的。

5

阵列天线校准装置和阵列天线校准方法

技术领域

本发明涉及用于无线电基站的阵列天线校准装置。

10 背景技术

为了用数字波束形成装置形成准确的发射波束，必须使从各天线单元辐射的信号相位特性和幅度特性均匀。

图 5 是常规阵列天线校准装置的方块图。常规技术的阵列天线校准装置包括分别对用户 1 至 N 的波束形成器 13，用户信号多路传输部分 12，
15 乘法器 10，加法器 5，发射机 3，耦合器 17，天线 1，功率合成器 18，
接收机 7，校准因子计算部分 9 和校准信号发生器 4。

每一波束形成器 13 形成对每一用户有一定方向性的波束。用户信号多路传输部分 12 对各用户 1 至 N 多路传输该波束，并对六个发射系统输出用户多路传输信号。每个乘法器 10 把用户多路传输信号与相应的校
20 准因子相乘。校准信号发生器 4 产生相应于每个用户多路传输信号的校准信号。每一加法器 5 把相应的校准信号加到相应的乘以校准因子的用户多路传输信号。每一发射机发射相应的用户多路传输信号，该信号被相应的校准因子乘并加以相应的校准信号。耦合器 17 分流每一发射信号的一部分，并把分流的信号供给功率合成器 18，剩下的信号送到天线 1。
25 每一天线 1 发射从耦合器 17 提供的信号。

功率合成器 18 合成从六个耦合器 17 供给的信号功率。接收机 7 接收功率合成的信号。根据接收机 7 接收的信号，校准因子计算部分 9 对每个用户多路传输信号计算校准因子，并把计算的校准因子送给相应的乘法器 10。

30 校准信号的信号图形在发射系统中互相正交。由此，校准信号计算

部分 9 对由功率合成器 18 合成和接收的信号作相关处理，从而，对各天线的校准信号的相位和幅度可被测量。校准因子计算部分 9 也根据测得的相位和幅度计算各发射系统的校准因子。

上述常规天线阵列校准装置的缺点是耦合器 17 和天线单元 1—1 至 5 1—6 的特性波动不能纠正。此外，虽然常规阵列天线校准装置能预先测量耦合器 17 和天线单元 1—1 至 1—6 的特性，并用一张表格来纠正其波动，但该装置的缺点是要求测量的高精度和特性的稳定性。此外，为了抑制电缆特性的波动，该电缆连接耦合器 17 与天线单元 1—1 至 1—6，需要把耦合器 17 安排在相应天线单元 1—1 至 1—6 附近。为这样做，每 10 一耦合器 17 需要防水结构，结果，耦合器变得很昂贵。

为了克服这些缺点，适合图 6 所示的装置的方法已提了出来。即，在视觉范围内安装包括接收机 7 和校准因子计算部 9 的校准信号接收站。接收机 7 接收从基站阵列天线 1—1 至 1—6 发射并互相正交图型的校准信号。校准因子计算部分 9 借助于测量的各信号的相位和幅度计算校准因子。但是，用这种结构，需要把获得的校准因子用电缆或无线电通讯装置通知每个基站的纠正因子接收部分 20。结果，系统变得复杂而昂贵。此外，它的缺点是必须把校准信号接收站 19 安装在基站的视距范围内，也不利于掌握基站与信号发生站之间的精确位置关系。

20 发明内容

本发明提出了克服上述缺点的方法，本发明的目的在于提供结构简单且不昂贵，而且能同时保证阵列天线精确校准的阵列天线校准装置和阵列天线校准方法。

按照本发明的一方面，一种阵列天线校准装置，包括：
25 供给源装置，用于提供原始的校准信号分别给一组组成阵列天线的天线单元，原始校准信号在天线单元间互相正交；
相位和幅度特性计算装置，用于计算从天线单元发射并被邻近天线单元接收的校准信号和接收的校准信号的原始校准信号之间的相关；
构成阵列天线的天线单元分成第一组和第二组，
30 相关校准因子计算装置包括：

第一相关校准因子计算装置，用来根据第一组的所有天线单元的相位和幅度特性获得第一组的所有天线单元间的相关校准因子；

第二相关校准因子计算装置，用来根据第二组的所有天线单元的相位和幅度特性获得第二组的所有天线单元间的相关校准因子；

5 第三相关校准因子计算装置，用于根据第一组的一个天线单元的相位和幅度特性和第二组的一个天线单元的相位和幅度特性获得第一组与第二组之间的相关校准因子；

10 第四相关校准因子计算装置，用于根据第一组的所有天线单元间的相关校准因子，第二组的所有天线单元间的相关校准因子，和第一组与第二组之间的相关校准因子获得构成阵列天线的所有天线单元间的相关校准因子；

校准装置，根据相关校准因子将供给的发射信号校准到各天线单元。

本发明的阵列天线校准装置，包括：

15 合成装置，把第二组的一个天线单元从第一组的一个天线单元接收到的校准信号与第一组的一个天线单元从第二组的一个天线单元接收到的校准信号进行合成；其中

第三相关校准因子计算装置，根据相位和幅度特性计算装置基于合成的校准信号获得的相位和幅度特性获得第一组与第二组之间的相关校准因子。

20 按照本发明的另一方面，一种阵列天线校准方法，包括：

供给源步骤，把原始校准信号分别供给构成阵列天线的一组天线单元，原始校准信号在天线单元间互相正交；

相位和幅度特性计算步骤，计算从天线单元发射由邻近天线单元接收的校准信号与接收的校准信号的原始校准信号间的相关；

25 构成阵列天线的天线单元分成第一组和第二组，

相关校准因子计算步骤包括：

第一相关校准因子计算步骤，根据第一组的所有天线单元的相位和幅度特性获得第一组的所有天线单元间的相关校准因子；

30 第二相关校准因子计算步骤，根据第二组的所有天线单元的相位和幅度特性获得第二组的所有天线单元间的相关校准因子；

第三相关校准因子计算步骤，根据第一组的一个天线单元的相位和幅度特性和第二组的一个天线单元的相位和幅度特性获得第一组与第二组之间的相关校准因子；

第四相关校准因子计算步骤，根据第一组的所有天线单元间的关系校准因子，第二组的所有天线单元间的关系校准因子，和第一组与第二组之间的关系校准因子获得构成阵列天线的所有天线单元间的关系校准因子；

校准步骤，根据相关校准因子将供给的发射信号校准到各天线单元。

本发明的阵列天线校准方法包括：

10 合成步骤，把第二组的一个天线单元从第一组的一个天线单元收到的校准信号与第一组的一个天线单元从第二组的一个天线单元收到的校准信号进行合成；其中

15 第三相关校准因子计算步骤中，第一组与第二组间的关系校准因子是根据在相位和幅度特性计算中基于合成的校准信号获得的相位和幅度特性来获得的。

附图说明

图 1 是根据本发明的一个实施例的阵列天线校准装置方块图；

图 2 是图 1 所示的校准装置的重要部分方块图和它的工作；

20 图 3 是本发明的另一实施例的阵列天线校准装置的结构方块图；

图 4 是另一实施例中校准装置的主要部分方块图和它的工作；

图 5 是第一种常规技术的阵列天线校准装置结构方块图；

图 6 是第二种常规技术的阵列天线校准装置结构方块图。

25 具体实施方式

本发明的实施例将结合附图在下面详细描述。

图 1 是本发明的阵列天线校准装置的结构方块图。

参见图 1，本实施例中的阵列天线校准装置包括校准信号发生器 4，它产生校准信号，用来使天线单元 1-1 至 1-6 辐射信号的相位和幅度特性均匀，这些天线单元组成线性排列的阵列天线；相加器 5，它把校

准信号加到各个用户多路传输信号中；环形器 6，它从相邻的天线单元取出电磁耦合的信号；接收机 7，它接收由各环形器 6 取出的信号；射频开关 8，它开关接收机 7 的输入信号；校准因子计算部分 9，它从接收机 7 的输出检测校准信号并计算校准因子；乘法器 10，它把用户多路传输信号乘以由校准因子计算部分 9 计算的校准因子；功率合成器 11，它合成从邻近线性阵列天线两端的天线单元 1—1 至 1—6 的天线单元的电磁耦合信号。各发射系统包括采用正交信号图型，它们相互之间不相关。

本实施例的校正方法将参考图 2 进行说明。校准信号 C1 至 C6 互相正交，校准信号 C1 至 C6 以同样的幅度和相位叠加在用户多路传输信号上，并输入到发射机 3，并从天线单元 1—1 至 1—6 发射。借助于把用户多路传输信号处理成频分多路（FDM），时分多路（TDM）或码分多路（CDM），校准信号 C1 至 C6 可以没有用户多路传输信号的干涉而提取。此外，由于所用信号图型相互正交，而彼此不相关，各校准信号 C1 至 C6 可互相独立地提取。

现在，只注意校准信号来描述校准方法。从天线单元 1—1 至 1—3 发射的校准信号 C1 和 C3 由于天线单元之间的耦合分别由天线单元 1—2 接收。接收的信号 C1+C3 由环形器 6 提取，并输入到射频开关 8 的 P1 端。同样，信号 C2+C4, C3+C5, 和 C4+C6 分别输入到射频开关 8 的 P2 端, P3 端和 P4 端。由于电磁耦合，校准信号 C2 由天线单元 1—1 的环形器 6 提取，校准信号 C5 由天线单元 1—6 的环形器 6 提取。这些校准信号 C2 和 C5 由功率合成器 11 相互合成，并输入到射频开关 8 的 P5 端。

射频开关 8 的端口顺序转换，P1 至 P5 端的输入信号被解调并由接收机 7 变换成基带信号。校准因子计算部分 9 测量各校准信号的相位和幅度并计算校准因子。当 P1 端连到接收机 7 时，校准信号 C1+C3 由接收机 7 接收，校准信号 C1 和 C3 具有互相正交的信号图型，且相互之间没有相关，于此，根据各信号图型进行相关处理，从而获得校准信号 C1 和 C3 的相位和幅度，并获得使信号 C1 和 C3 的幅度和相位的均匀的因子。同样，借助于转换射频开关 8 的端口，获得使信号 C2 和 C4, C3 和 C5, C4 和 C6, C2 和 C5 的幅度和相位均匀的因子。由于采用这样获得

的因子，获得了使所有信号 C1 至 C6 均匀的校准因子。因为校准信号 C1 至 C6 以同样幅度和相位输入到各发射机 3，测得的 C1 至 C6 的幅度和相位指明相应于各天线单元和电缆的幅度和相位特性的波动。因此，借助于从测量值获得的校准因子乘以输入信号，就可能使各发射系统的幅
5 度和相位特性均匀。

参考图 3 描述本发明的实施例。图 3 表示 CDMA 通讯系统基站的结构，它采用线性阵列天线。每一用户的发射信号由用户的波束形成器 13 作复杂的加权处理，因而产生从天线单元向用户发射的信号。由波束形成器 13 产生的天线单元发射信号由码多路部分 14 的扩展器 15 扩展，所有用户的扩展信号由信号合成器 16 多路向每一天线单元传输。
10

每一天线单元从码多路部分 14 输出的用户多路传输的扩展信号由乘法器 10 乘以校准因子，它是由校准因子计算部分 9 计算的。由校准信号产生器产生的校准信号由加法器 5 加到每个被乘的信，校准信号-被加信号由发射机 3 调制并从每一天线单元 1-1 至 1-6 发射。相互不关联的
15 正交信号图型由校准信号产生器 4 产生，并分别加到各天线单元 1-1 至 1-6。

从每一天线单元辐射的部分射频信号与相邻天线单元电磁耦合，并由相邻天线单元的环形器 6 提取。借助于转换射频开关 8，从相邻天线单元耦合的信号可顺序由接收机 7 接收。

20 由接收机 7 接收的信号被解调，然后变换成基带数字信号。校准因子计算部分 9 计算校准因子，用于纠正各天线单元的发射系统的相位和幅度特性。因为接收机 7 并不执行逆扩展处理，用户多路扩展信号被抑制，并只有校准信号能被提取。

参考图 2 描述本实施例的工作。从各天线单元 1-1 至 1-6 发射的
25 信号接收发射机、天线单元 1-1 至 1-6，环形器 6 和连接电缆特性的波动，且这些信号可表示如下：

$$x_i = (C_i(t) \cdot U_i(t)) \cdot a_i(t) \exp(j\phi_i(t)) \quad (1)$$

30 其中：

$C_i(t)$: 天线单元 1-i 的校准信号

$U_i(t)$: 用户多路扩展信号

a_i : 天线单元 1-i 的发射系统的幅度波动

ϕ_i : 天线单元 1-i 的发射系统的相位波动

5 从两端的相邻天线单元发射的信号电磁耦合到天线单元 1-i ($i=2$ 至 5), 而信号 $x_{i-1}(t)+x_{i+1}(t)$ 由天线单元 1-i 的环形器 6 提取, 并通过射频开关 8 被接收机 7 接收。校准信号 C_1 至 C_6 是未被扩展的信号, 用户多路扩展信号是已经扩展的信号, 接收机 7 并不执行逆扩展处理。因此, 用户多路扩展信号被抑制, 只有校准信号可被接收机 7 提取如下:

10

$$y_i(t) = C_{i-1}(t) \cdot a_{i-1}(t) \exp(j \cdot \phi_{i-1}(t)) + C_{i+1}(t) \cdot a_{i+1}(t) \exp(j \cdot \phi_{i+1}(t)) \quad (2)$$

校准信号 C_1 至 C_6 采用下面的正交信号图型, 它们互相不相关。

15

$$\begin{aligned} \frac{1}{T} \sum_{t=nT}^{(n+1)T} C_i(t) \cdot C_j(t) &= 1(i=j) \\ &= 0(i \neq j) \end{aligned} \quad (3)$$

20

因此, 如果每一天线单元的特性波动足够缓慢, 使在校准信号图型周期 T 内, 可近似为常数, 分量 $C_{i+1}(t)$ 可消去, 天线单元 1-(i-1) 的发射系统的相位和幅度特性, 通过校准信号图型的传递, 能被获得的校准信号 $y_i(t)$ 和校准信号图型 $C_{i-1}(t)$ 的相关关系来测量。

$$h_{i-1}(n) = \sum_{t=nT}^{(n+1)T} y_i(t) \cdot C_{i-1}(t) \cong \sum_{t=nT}^{(n+1)T} a_{i-1}(t) \cdot \exp(j \phi_{i-1}(t)) \quad (4)$$

25

同样, 由于获得校准信号 $y_i(t)$ 与校准信号图型 $C_{i+1}(t)$ 的相关关系, 分量 $C_{i+1}(t)$ 可消除, 天线单元 1-(i+1) 的发射系统的相位和幅度特性 h_{i+1} 通过分量 $C_{i+1}(t)$ 传递可被测量。

因此, 使邻近天线单元 1-i 的天线单元 1-(i-1) 和 1-(i+1) 的相位和幅度特性均匀的校准因子 corr_i 可获得如下:

30

$$h_{i+1}(n) = \text{corr}_i(n) \cdot h_{i,1}(n) \quad (5)$$

图 2 所示的六个天线单元的校准因子表示如下：

5 $h_3(n) = \text{corr}_1(n) \cdot h_1(n)$
 $h_4(n) = \text{corr}_2(n) \cdot h_2(n)$
 $h_5(n) = \text{corr}_3(n) \cdot h_3(n)$
 $h_6(n) = \text{corr}_4(n) \cdot h_4(n) \quad (6)$

10 如图 2 的结构所示，天线单元 1—1 至 1—6 的环形器输出由功率合成器 11 相互合成。功率合成器 11 的输出由接收机 7 解调，信号 C2+C5 被提取。校准因子计算部分 9 根据校准信号图型用上面所述的方法执行相关处理，从而可测量校准信号 C2 和 C5 的幅度和相位特性。如果功率合成器 11 和各环形器 6 的幅度和相位预先做好均匀，则校准因子可从校准信号 C2 和 C5 测量的幅度和相位特性获得如下：

15

$$h_2(n) = \text{corr}_5(n) \cdot h_5(n) \quad (7)$$

由于采用式 (6) 和 (7) 获得的校准因子，以校准因子 h_1 作参考，
20 各标准因子可表示如下：

25 $h_2(n) = \text{corr}_5(n) \cdot h_5(n) = \text{corr}_5(n) \cdot \text{corr}_3(n) \cdot \text{corr}_1(n) \cdot h_1(n)$
 $h_3(n) = \text{corr}_1(n) \cdot h_1(n)$
 $h_4(n) = \text{corr}_2(n) \cdot h_2(n) = \text{corr}_2(n) \cdot \text{corr}_5(n) \cdot \text{corr}_3(n) \cdot \text{corr}_1(n) \cdot h_1(n)$
 $h_5(n) = \text{corr}_3(n) \cdot h_3(n) = \text{corr}_3(n) \cdot \text{corr}_1(n) \cdot h_1(n)$
 $h_6(n) = \text{corr}_4(n) \cdot h_4(n) = \text{corr}_4(n) \cdot \text{corr}_2(n) \cdot \text{corr}_5(n) \cdot \text{corr}_3(n) \cdot \text{corr}_1(n) \cdot h_1(n) \quad (8)$

因此，以天线单元 1-i 为参考的校准因子可获得如下：

30 $\text{Corr}_i(n) = 1$

$$\begin{aligned}
 \text{Corr}_2(n) &= 1 / (\text{corr}_5(n) \cdot \text{corr}_3(n) \cdot \text{corr}_1(n)) \\
 \text{Corr}_3(n) &= 1 / \text{corr}_1(n) \\
 \text{Corr}_4(n) &= 1 / (\text{corr}_2(n) \cdot \text{corr}_5(n) \cdot \text{corr}_3(n) \cdot \text{corr}_1(n)) \\
 \text{Corr}_5(n) &= 1 / (\text{corr}_3(n) \cdot h_3(n) = \text{corr}_3(n) \cdot \text{corr}_1(n)) \\
 \text{Corr}_6(n) &= 1 / (\text{corr}_4(n) \cdot \text{corr}_2(n) \cdot \text{corr}_5(n) \cdot \text{corr}_3(n) \cdot \text{corr}_1(n)) \quad (9)
 \end{aligned}$$

图 4 表示本发明的另一实施例，天线单元 1—7 和 1—8 的输出（图 2 中的无反射发射单元 2 与该天线单元相连）由功率合成器 11 合成。由于天线单元 1—7 和 1—8 与天线单元 1—1 至 1—6 耦合的信号分别由接收机 7 接收。于是，校准信号 C1+C6 被提取，校准因子计算部分 9 可获得校准信号 C1 和 C6 之间的校准因子。与前面的实施例相同，天线单元 1—2 至 1—5 的环形器的输出由接收机 7 接收，从而提取校准信号 C1+C3, C4+C2, C3+C5 和 C4+C6，校准因子计算部分 9 可获得对各校准信号对的校准因子。结果，如同前一实施例的情况，以天线单元 1—1 为参考的校准因子获得如下：

$$\begin{aligned}
 h_6 &= \text{corr}_5 \cdot h_1 \\
 h_3 &= \text{corr}_1 \cdot h_1 \\
 h_4 &= \text{corr}_2 \cdot h_2 \\
 20 \quad h_5 &= \text{corr}_3 \cdot h_3 = \text{corr}_3 \cdot \text{corr}_1 \cdot h_1 \\
 h_6 &= \text{corr}_4 \cdot h_4 \\
 h_4 &= \text{corr}_5 / \text{corr}_4 \cdot h_1 \\
 h_2 &= \text{corr}_5 / (\text{corr}_4 \cdot \text{corr}_2) \cdot h_1 \quad (10)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 25 \quad \text{Corr1}(n) &= 1 \\
 \text{Corr2}(n) &= \text{Corr4} \cdot \text{Corr2} / \text{Corr5} \\
 \text{Corr3}(n) &= 1 / \text{Corr1} \\
 \text{Corr4}(n) &= \text{Corr4} / \text{Corr5} \\
 \text{Corr5}(n) &= 1 / (\text{Corr3} \cdot \text{Corr1}) \\
 30 \quad \text{Corr6}(n) &= 1 / \text{Corr4} \quad (11)
 \end{aligned}$$

本发明也可应用于 TDMA 通信系统的基站和 FDMA 通讯系统的基站。如果用 TDMA 通讯系统，校准信号用分配的校准信号时隙或空时隙输入并被测量。如果用于 FDMA 通讯系统，校准信号用分配的校准信号 5 频率通道或空频率通道输入并被测量。

此外，本发明能应用于圆形阵列天线，其中示于实施例中的线性天线的天线单元布置在圆周上，除了无反射发射天线单元之外。

还有，在图 1 所示的实施例中，由两个天线 1-1 和 1-5 接收的信号由功率合成器 11 互相合成，合成信号送给射频开关 8。另一方面，射 10 频开关的输入端数可增加而不提供功率合成器 11，由天线单元 1-1 接收的信号和由天线单元 1-5 接收的信号可分别送给射频开关 8。在这种情况下，根据与（4）式同样的表示，可获得天线单元发射系统的相位和幅度特性。

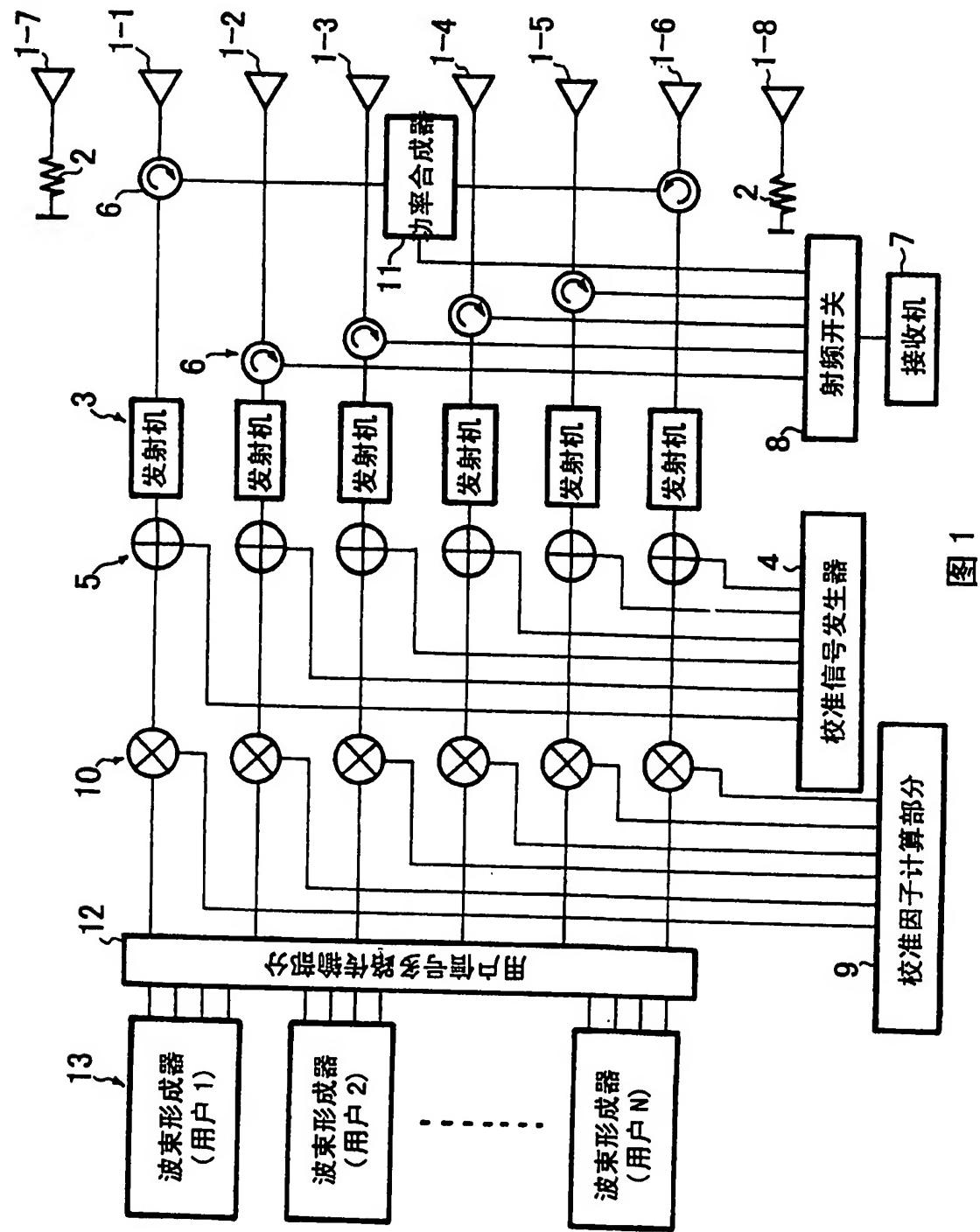
在图 4 的实施例中，由两个天线单元 1-7 和 1-8 接收的信号由功率合成器 11 互相合成，合成的信号送到射频开关 8。另一方面，射频开关的输入端数可以增加而没有提供功率合成器 11，由天线单元 1-7 接收的信号和由天线单元 1-8 接收的信号可分别供给射频开关 8。在这种情况下，根据与（4）式相同的表示式，可获得天线单元发射系统的相位和幅度特性。

20 根据本发明的这种描述，可很方便地校准幅度和相位的波动，包括天线单元的辐射特性，而无需提供外部校准信号接收站。

此外，因为它可校准包括提取校准信号的环形器和连接环形器与天线单元的电缆的特性，因此，每个环形器可在发射机和天线单元间的任意位置布置，因此，不同于常规技术，环形器不必布置在相应天线单元 25 的附近，以抑制提取校准信号的耦合器与天线单元之间电缆的特性波动，不必为环形器提供防水结构，不必提供把校准信号送入屋内的电缆。

还有，它也不需要提取除了由功率合成器合成的校准信号之外的校准信号的环形器具有同样的特性。因此，可采用不昂贵的环形器。

更有，因为要求使特性均匀的功率合成器是双支功率合成器，所以 30 比常规的多支功率合成器很容易使特性均匀。



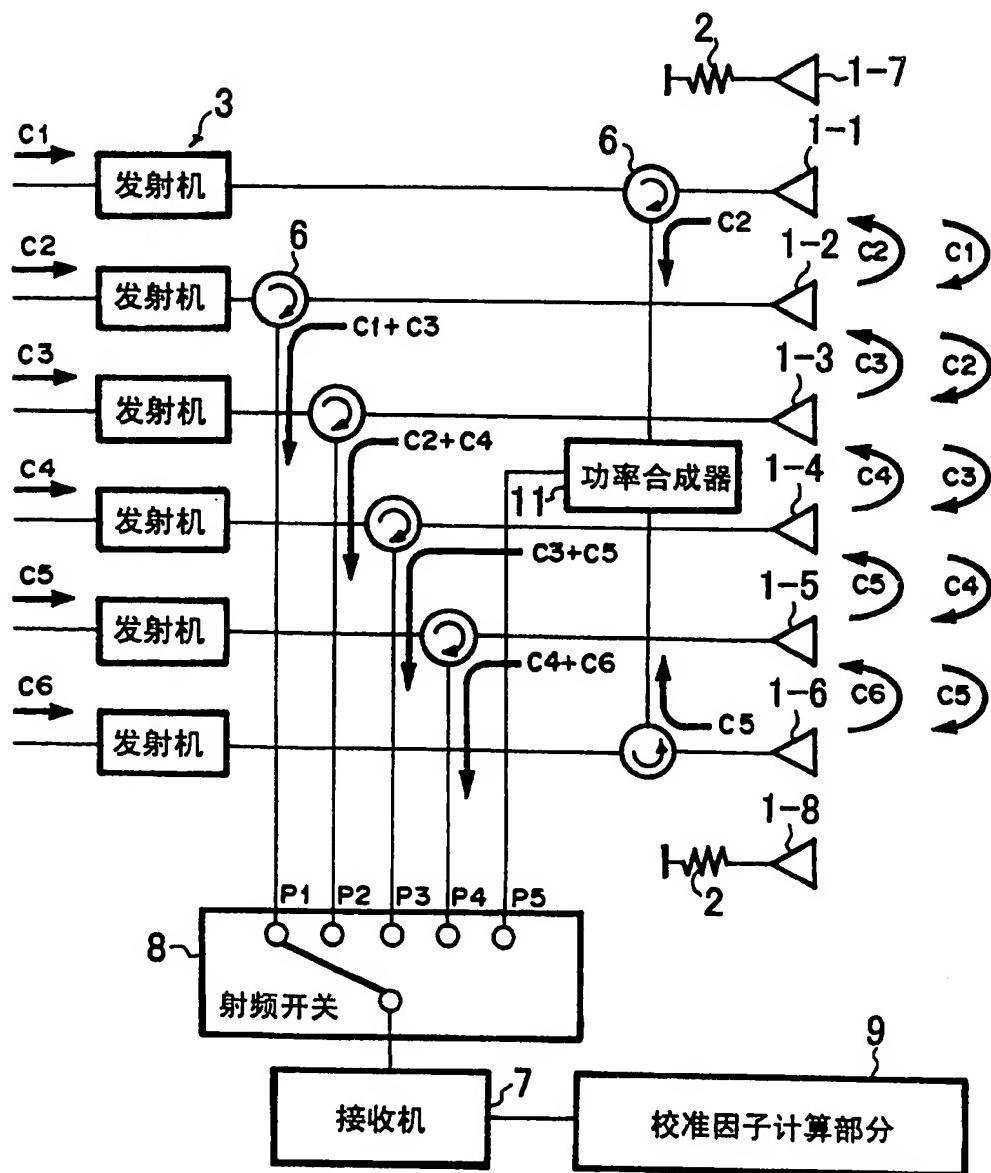


图 2

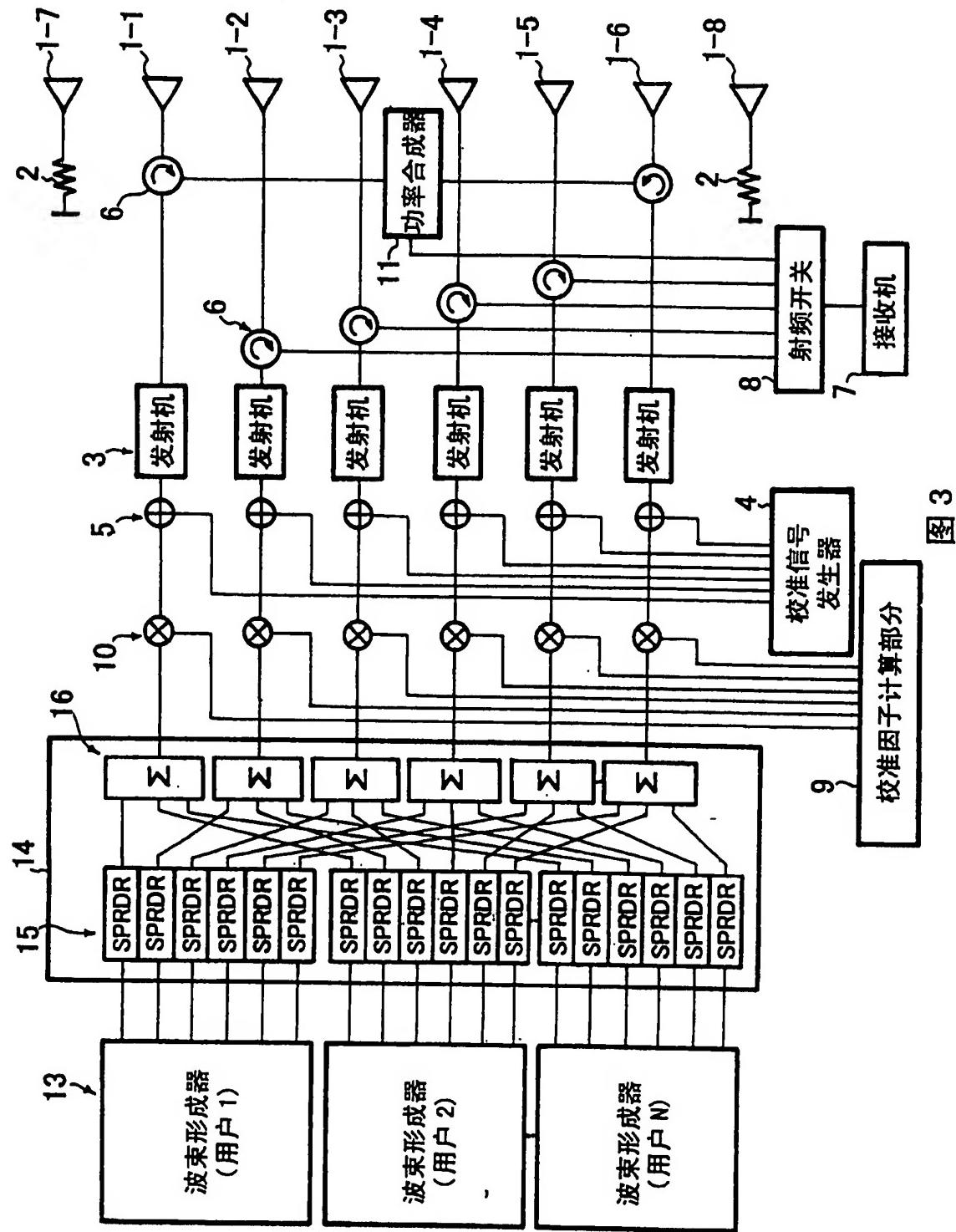


图 3

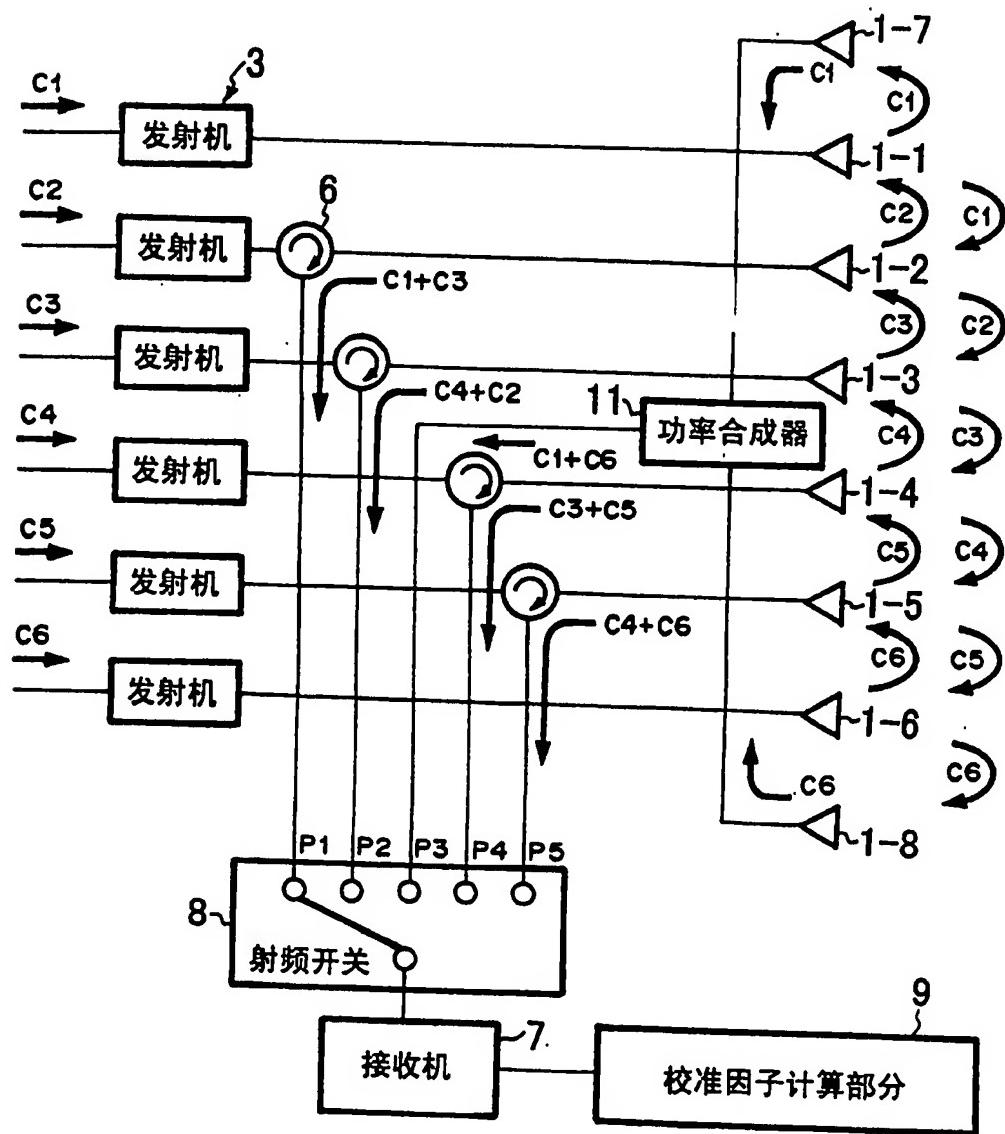


图 4

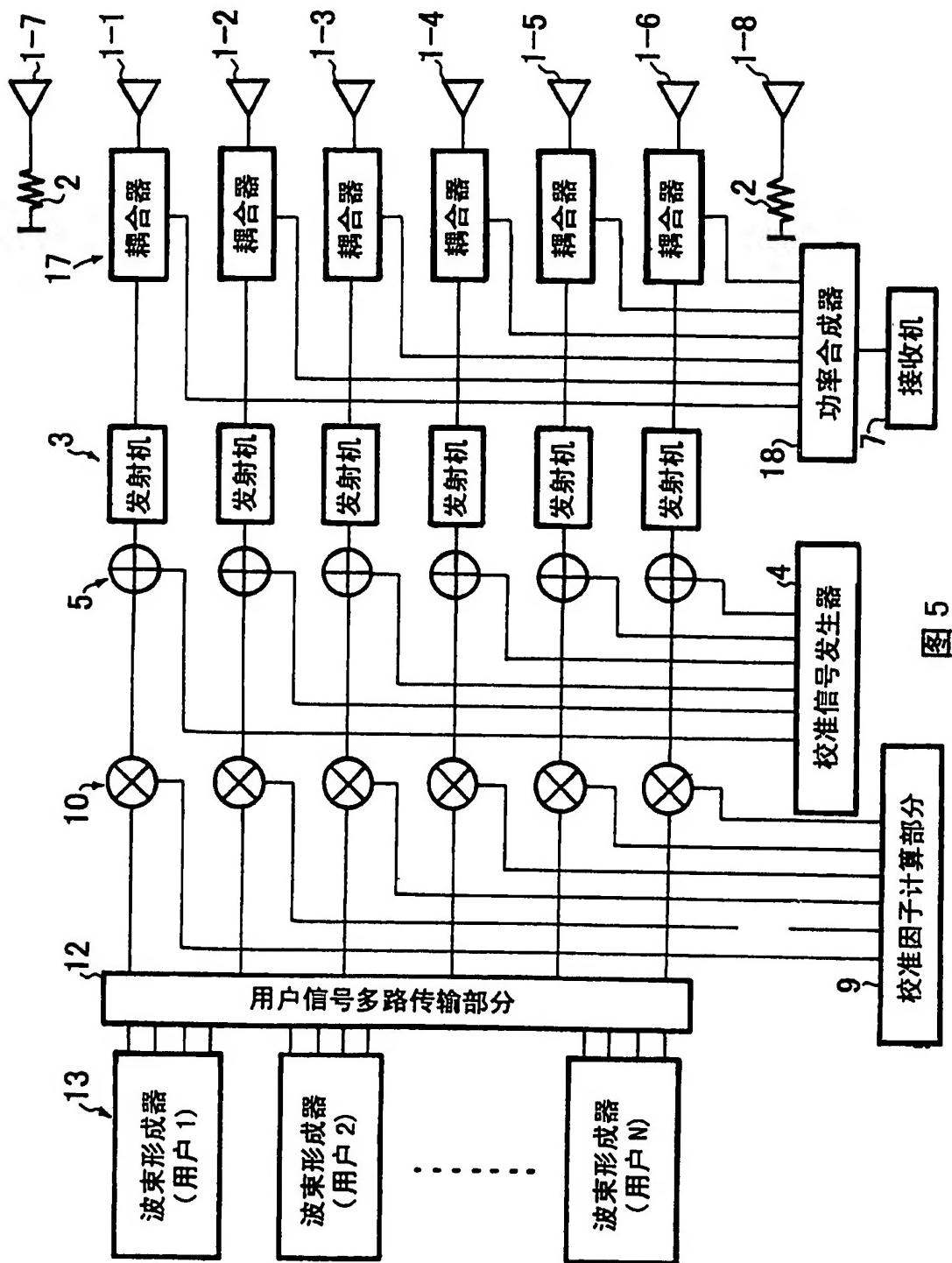
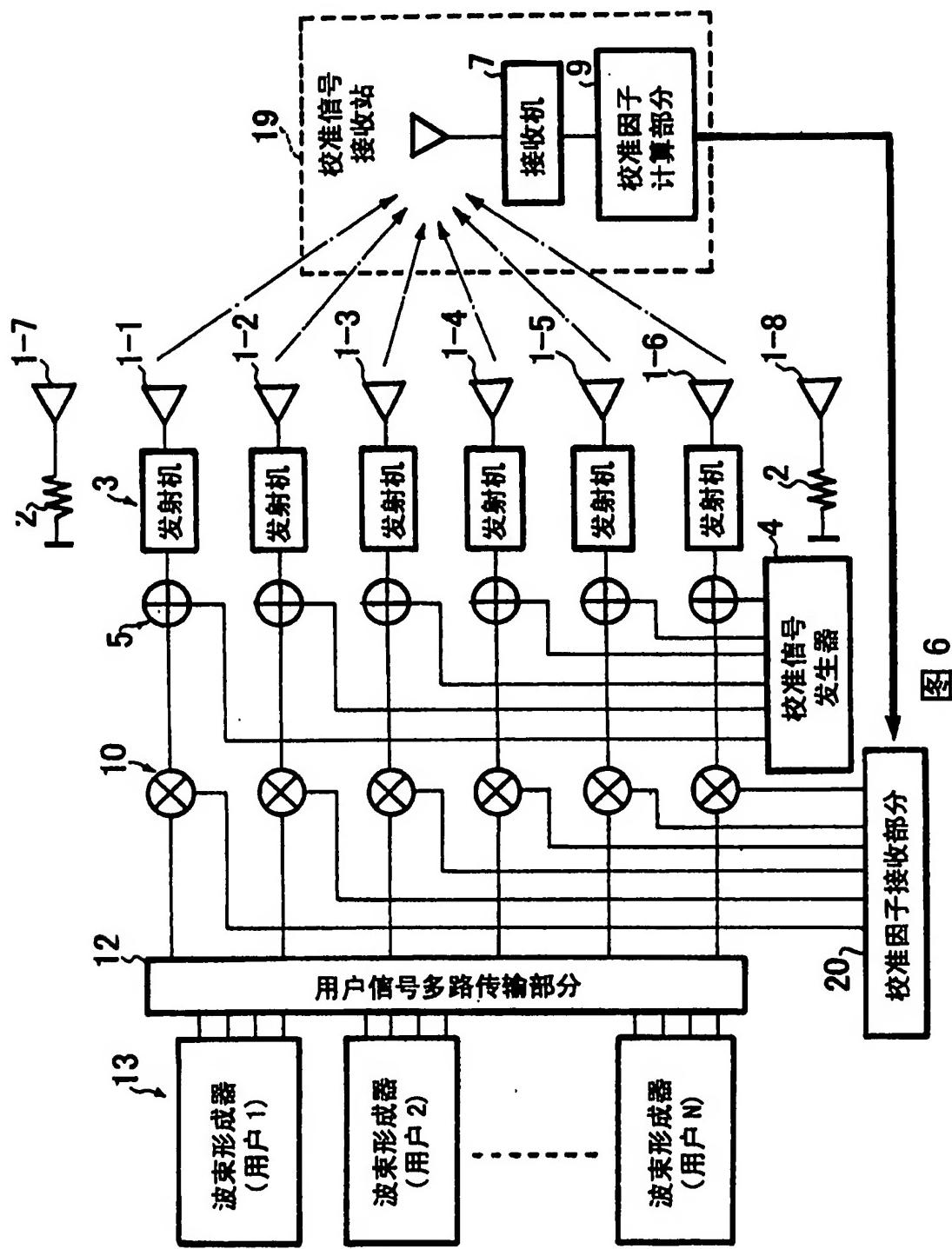


图 5



6